

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **05046246 A**(43) Date of publication of application: **26.02.93**

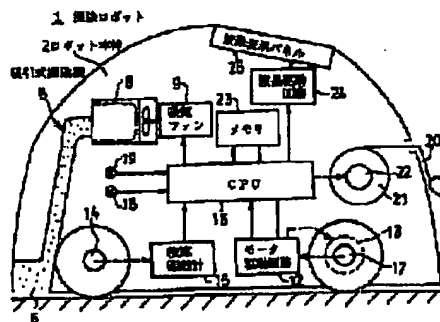
(51) Int. Cl. **G05D 1/02**  
**A47L 9/00**  
**A47L 9/28**  
**// B25J 5/00**

(21) Application number: **03224726**(71) Applicant: **NEC HOME ELECTRON LTD**(22) Date of filing: **10.08.91**(72) Inventor: **YAMAMOTO KAZUOKI****(54) CLEANING ROBOT AND ITS TRAVELLING METHOD****(57) Abstract:**

**PURPOSE:** To enable the nearly perfect cleaning without remaining the unfinished cleaning at the corners of a room.

**CONSTITUTION:** The rotation movement to advance and guide a robot main body 2 up to the front wall along a side wall, about to the front wall or stop immediately before it based on the output of an ultrasonic sensor 19, next, go back only to the distance necessary for the direction change, next, perform the direction change along the front wall, next, go back suitably along the front wall, steps such as advancing, going back, direction change and going back are taken at the corners of the room, and change only the direction without changing the central position is performed and the unfinished cleaning is eliminated.

COPYRIGHT: (C)1993,JPO&amp;Japlo



(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-46246

(43)公開日 平成5年(1993)2月26日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 5 D 1/02		S 7828-3H		
A 4 7 L 9/00	1 0 2 Z	6704-3B		
		A 6704-3B		
G 0 5 D 1/02		J 7828-3H		
		L 7828-3H		

審査請求 未請求 請求項の数3(全 18 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平3-224726

(22)出願日 平成3年(1991)8月10日

(71)出願人 000001937

日本電気ホームエレクトロニクス株式会社  
大阪府大阪市中央区城見一丁目4番24号

(72)発明者 山元 一起

大阪府大阪市中央区城見一丁目4番24号  
日本電気ホームエレクトロニクス株式会社  
内

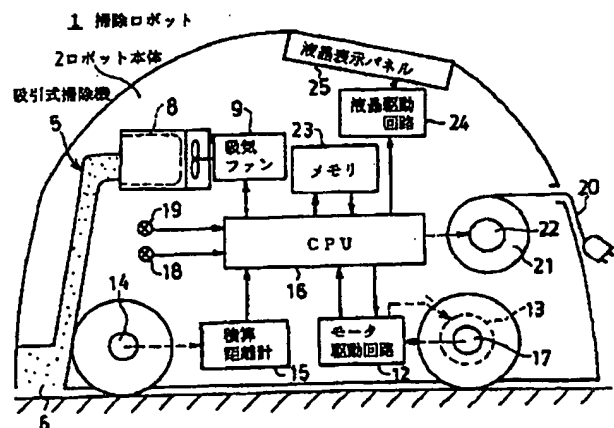
(54)【発明の名称】 掃除ロボット及びその走行方法

(57)【要約】

【目的】 部屋の隅に掃除残しを残すことのない完璧に近い清掃を可能にする。

【構成】 ロボット本体2を側壁に沿って正面の壁まで前進案内し、超音波センサ19の出力に基づいて正面の壁に当接するか又はその直前で停止させ、次に方向転換に必要な距離だけ後退させ、次に正面の壁に沿って方向転換させ、次に正面の壁に沿って適宜に後退させ、部屋の隅で前進、後退、方向転換、後退といったステップを踏んで、あたかも中心位置を変えずに向きだけを変えるといった転回運動を行い、掃除残しを追放する。

図1に示した掃除ロボットの概略構成図



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 操舵輪と駆動輪を有するロボット本体と、このロボット本体に設けられ、掃除空間の境界壁又は掃除空間内に存在する障害物を探知する探知手段と、この探知手段の出力に基づいて前記操舵輪と駆動輪を制御し、前記ロボット本体を前記掃除空間の側壁に沿って正面の壁まで前進案内し、該正面の壁に当接するか又はその直前で停止させ、次に方向転換に必要な距離だけ後退させ、次に前記正面の壁に沿って方向転換させ、次に前記正面の壁に沿って適宜に後退させ、掃除ロボットの背面が前記側壁に当接するか又はその直前で停止させる方向転換制御手段とを具備することを特徴とする掃除ロボット。

【請求項2】 自律走行する掃除ロボットを側壁に沿って正面の壁まで前進案内し、該正面の壁に当接するか又はその直前で停止させ、次に方向転換に必要な距離だけ後退させ、次に前記正面の壁に沿って方向転換させ、次に前記正面の壁に沿って適宜に後退させ、掃除ロボットの背面が前記側壁に当接するか又はその直前で停止させることを特徴とする掃除ロボットの走行方法。

【請求項3】 前記ロボット本体は、それぞれの側面の長さと同程度ないしそれ以上の長さをもった吸引口を有することを特徴とする請求項1記載の掃除ロボット。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、部屋を隅に掃除残しを残すことなく清掃できるようにした掃除ロボット及びその走行方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】工業用の掃除ロボットは、通常、清掃対象が決まっているため、毎回一定の経路に沿って走行できるよう、地理標識となるランドマークや案内用のガイドラインが設置された走行空間を清掃するタイプが多い。これに対し、一般家庭において、大きさや形状が異なる部屋を掃除ロボットを使って無人清掃する場合は、案内標識等が一般受けする余地の少ないものだけに、掃除ロボットには部屋の形状を認識して自律走行できるような人工知能が要求される。しかし、現在考えられている掃除ロボットの多くは、壁や障害物に当たったときに方向転換する単純な構造のロボットが大半を占めている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】上記従来の掃除ロボットは、部屋の壁に沿って走行する走行様式はさほど重視しておらず、このため例えば部屋の壁沿いに直角の角に当たったような場合、そのままの位置或は若干後退した位置で前輪の向きを変えて方向転換していたため、当然のことながら掃除ロボットの走行軌跡と壁との間、特に壁の角の部分との間に隙間ができやすく、掃除ロボット

た課題を抱えていた。また、従来の掃除ロボットは、家具やテーブルといった障害物がまったくない矩形に近い形状の部屋にはある程度通用するが、凹凸のある部屋や障害物のある部屋を満遍なく清掃するには、進路決定機構が余りにも単純に過ぎて厳密さを欠くものであり、また一応の自動清掃が完了した時点で、部屋のどの箇所を清掃し終えたかを知る手掛かりがないために、掃除できなかった掃除残し部分がある程度勘を頼りに再清掃しなければならず、そのため一通りの清掃を終えるのにかなりの時間が必要であり、効率がきわめて悪いといった課題を抱えていた。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】この発明は、上記課題を解決したものであり、操舵輪と駆動輪を有するロボット本体と、このロボット本体に設けられ、掃除空間の境界壁又は掃除空間内に存在する障害物を探知する探知手段と、この探知手段の出力に基づいて前記操舵輪と駆動輪を制御し、前記ロボット本体を前記掃除空間の側壁に沿って正面の壁まで前進案内し、該正面の壁に当接するか又はその直前で停止させ、次に方向転換に必要な距離だけ後退させ、次に前記正面の壁に沿って方向転換させ、次に前記正面の壁に沿って適宜に後退させ、掃除ロボットの背面が前記側壁に当接するか又はその直前で停止させる方向転換制御手段とを具備することを特徴とするものである。また、この発明は、自律走行する掃除ロボットを側壁に沿って正面の壁まで前進案内し、該正面の壁に当接するか又はその直前で停止させ、次に方向転換に必要な距離だけ後退させ、次に前記正面の壁に沿って方向転換させ、次に前記正面の壁に沿って適宜に後退させ、掃除ロボットの背面が前記側壁に当接するか又はその直前で停止させることを特徴とするものである。

## 【0005】

【作用】この発明は、自律走行する掃除ロボットを側壁に沿って正面の壁まで前進案内し、正面の壁に当接するか又はその直前で停止させ、次に方向転換に必要な距離だけ後退させ、次に正面の壁に沿って方向転換させ、次に正面の壁に沿って適宜に後退させ、掃除ロボットの背面が側壁に当接するか又はその直前で停止させることにより、部屋の角の部分で生じやすい掃除残しを追放する。

## 【0006】

【実施例】以下、この発明の実施例について、図1ないし図12を参照して説明する。図1は、この発明の掃除ロボットの一実施例を示す斜視図、図2は、図1に示した掃除ロボットの概略構成図、図3は、図1に示した掃除ロボットのセンサ配置を示す平面図、図4は、図1に示した掃除ロボットの周回走行軌跡を示す図、図5は、図1に示した掃除ロボットの掃除経路を示す図、図6は、図1に示した掃除ロボットの方向転換動作を説明す

示されるマップ例を示す図、図8は、図1に示したCPUによる起点探索動作を説明するためのフローチャート、図9は、図1に示したCPUによるマッピング動作を説明するためのフローチャート、図10は、図9に示した方向転換処理動作を説明するためのフローチャート、図11は、図1に示したCPUによる走行様式決定動作を説明するためのフローチャート、図12は、図1に示したCPUによる掃除制御動作を説明するためのフローチャートである。

【0007】図1、2に示す掃除ロボット1は、掃除空間として指定された任意の部屋を掃除するためのロボットであり、掃除対象となる部屋の内部をまず自らが周回し、事前に走行空間の大きさと形状を示すマップを作成（マッピング）し、次にこのマップに従って部屋全体の掃除を行う。掃除にさいしてロボット本体2に課される走行様式としては、例えば壁から壁に向けて往復走行しながら進路を僅かずつ変更する、いわゆるジグザグ走行により全面走破する走行様式や、或はマッピング動作時の周回走行の半径を一周することに狭めていく螺旋走行などの走行様式などがある。

【0008】掃除ロボット1は、操舵輪である前輪3と駆動輪である左右一対の後輪4の計3輪で支えられたドーム状のロボット本体2に吸引式掃除機5を一体化させたものであり、ロボット本体2の前面下部に本体幅ぎりの幅をもった吸引口6が開口させてある。なお、吸引口6の後端部からロボット本体2の後端部までの距離は、部屋の角でロボット本体2を方向転換させたときに掃除残しができないよう、ロボット本体2の本体幅よりも短くなるよう考慮してある。すなわち、ロボット本体2の本体長さから吸引口6の奥行きを差し引いた値は、ロボット本体2の本体幅よりも小さく、従って吸引口6の奥行きはロボット本体2の本体長さから本体幅を差し引いた値よりも大きい。仮に、ロボット本体2の本体長さが本体幅に等しいか、もしくは本体幅よりも小さい場合は、吸引口6の奥行きは任意に決定できるが、ロボット本体2の本体長さが本体幅よりも大きい場合は、吸引口6の形状設計、特にその奥行き寸法の決定には注意が必要である。吸引口6の両脇にはゴミをかき集めるため回転ブラシ7が取り付けられており、吸引口6から吸引された塵埃は集塵バック8に収容され、集塵バック8を通過した空気は、吸気ファン9によりロボット本体2の側面に開口する排気口10から排気される。集塵バック8は、ロボット本体2上面の蓋11を開けて交換が可能である。実施例では、前輪3を走行距離の計測用に用い、左右一対の後輪4はモータ駆動回路12により駆動制御されるモータ13により互いに独立して正逆転駆動できるようにしてある。すなわち、前輪3の回転はエンコーダ14を介して正負の符号をもった走行距離に換算され、積算距離計15により積算されたのち、CPU16

7を介して左右独立のデータとしてモータ駆動回路12を介してCPU16に取り込まれる。

【0009】また、ロボット本体2の正面と背面及び左右の側面の各面には、図3に示したように、それぞれ接触センサ18と一対の超音波センサ19が組み込まれており、ロボット本体2が壁や障害物に当たることなく走行するよう走行環境を監視する。接触センサ18は、近接スイッチや感圧スイッチのように物体が直接接触したことを検出するものが用いられ、超音波センサ19の死角に入った物体とロボット本体2との衝突を監視する。超音波センサ19は、互いに対をなす超音波送信素子19aと超音波受信素子19bを並べて配置したものであり、超音波送信素子19aから送信された超音波が物体に反射されて超音波受信素子19bに戻るまでの時間から、物体までの距離を計測することができる。ロボット本体2の各面に超音波センサ19を2個ずつ配設したのは、2個の超音波センサ19が検出する物体までの距離を一致させるようロボット本体2を姿勢制御することで、部屋の壁に対する各面の平行を厳密に出すことができるためである。

【0010】実施例に示した掃除ロボット1は、電源コード20を商用電源に接続して使用するコード式を採用しており、このため自律走行の過程で電源コード20が弛んだり或は引っ張られたりしてロボット本体2の走行に支障を来すことがないよう、電源コード20を巻き取るコードリール21をモータ22により正逆転駆動し、ロボット本体2の走行に連動して常に必要な長さだけ電源コード20が給送できるようにしてある。

【0011】また、この掃除ロボット1の主要な特徴は、部屋の清掃に着手する前に部屋を掃除しながら周回し、部屋の大きさと形状及び障害物の位置と大きさに関するマップを形成する、いわゆるマッピング動作を自動的に行う点にある。こうしたマッピング動作は、本格的に部屋を掃除するクリーニング動作、或はマッピングの起点を探す起点探索動作といった他の動作と同様、すべてCPU16によって統括制御される。すなわち、例えばマッピング動作時にあっては、CPU16は、接触センサ18や超音波センサ19といった探知手段の出力からロボット本体2の進路を判定するとともに、積算距離計15の出力とロボット本体2の方位から現在位置を特定し、ロボット本体2が周回を完了したことを判定する。さらにまた、CPU16は、マッピングにより得られるマップデータをメモリ23に格納し、同時にまた部屋の大きさと形状及び障害物の位置と大きさに関するマップを、液晶駆動回路24を介して液晶表示パネル25に表示する。この液晶表示パネル25は、ロボット本体2の上面に組み付けてある。

【0012】ところで、大きさと形状がまったく未知の部屋を掃除する場合、まずその部屋に掃除ロボット1を

コンセントに接続する。次に、電源釦を押すと、掃除ロボット1はまず起点探査に着手する。起点探査は、掃除ロボットが置かれた場所に近い部屋の隅を捜し出し、これを起点としてマッピングに移行するための準備作業にあたるものである。ここでは、図8に示したように、まずステップ(101)において、ロボット本体2の各面に設けられた超音波センサ19により、最寄りの壁までの距離を計測する。そして、続くステップ(102)において、もっとも距離の近い壁を進行方向に定め、直進走行でよい場合は、判断ステップ(103)に続くステップ(104)において、後輪4を駆動して直進する。ただし、方向転換が必要な場合は、ステップ(105)を経て直進走行に移行する。このとき、ロボット本体2は、ステップ(105)、(106)に示したように、超音波センサ19により目標壁までの距離を計測しつつ、かつまた接触センサ18による接触監視のもと、直進走行を続ける。ロボット本体2が壁面に到達したことが検出されると、判断ステップ(107)を受けて、ステップ(108)においてモータ13による駆動が中断され、ロボット本体2は一旦停止する。次に、ロボット本体2を壁に平行にするため、ステップ(109)においてロボット本体2を左又は右に方向転換させる。そして、方向転換を終えたあと、ステップ(110)に示したように、壁に向き合う面の超音波センサ19の出力からロボット本体2が部屋の隅に達しているかどうかを判断する。部屋の隅に達していない場合は、ステップ(104)に戻り、再びこれまでの動作を繰り返すが、ロボット本体2が部屋の隅に達したことが確認された場合は、頭を壁に向けたロボット本体2が隣の壁を背にして前進できるよう、ステップ(111)において、左又は右に直角に方向転換を行い、最後にステップ(112)において、現在位置を起点Aとして座標原点(0, 0)をメモリ23に格納する。

【0013】こうして、次のマッピング動作に必要な起点探査が完了し、ロボット本体2は図4に点線で示す周回走行に移行する。マッピング動作では、部屋を1周して部屋の大きさと形状を把握する必要があるが、既に起点探査によりロボット本体2は部屋の一角に定めた起点Aにおいて壁に平行に待機しているため、図9のステップ(201)に示したように、直ちに直進走行に入ることができる。なお、実施例では、マッピング動作に伴う周回走行の最中に吸気ファン9を作動させ、周回清掃を併せ行うことで掃除効率の向上を図るようにしている。直進走行中は、ステップ(202)～(204)に示したように、超音波センサ19による距離計測と接触センサ18による接触検出及び積算距離計15による積算距離の計測が行われる。すなわち、ここでは、壁面に対向する一対の超音波センサ19の出力が、例えばそれぞれ2cm程度を示し続けるよう、ロボット本体2の進行方

がずれた場合は、前輪3の向きを変えることで方向修正が行われる。また、壁に沿って直進する間は方位が変わらないので、ロボット本体2の走行距離Sがそのままロボット本体の現在位置(0, S)を示すことになる。また、明らかに壁とは異なる物体或はまた壁と紛らわしい物体が超音波センサ19により検出されたときは、とりあえずこれらの物体を一括して障害物とみなしておき、ステップ(205)における判断を踏まえた上で、障害物とみなした物体の座標(X', Y')をステップ(206)においてメモリ23に書き込む。

【0014】こうして、ロボット本体2が部屋の隅に到達すると、前方監視用の超音波センサ19の出力がここでも2cm前方の壁面を検出したことを受けて、判断ステップ(207)に続くステップ(208)において、モータ13の駆動が停止し、ロボット本体2を前面が壁に向き合う姿勢で停止させる。モータ駆動の停止とともに、停止位置である端点Bの座標(0, Y2)がメモリ23に書き込まれる。メモリ23への座標書き込みを終えると、ステップ(210)に示した方向転換処理に入る。この場合、単純にロボット本体2を右方向に方向転換したのでは、ロボット本体2の走行軌跡と壁との間に隙間が生じてしまうため、ここでは多少複雑ではあるが、図10に示したように、ロボット本体2の中心は同じ位置で向きだけを直角に変えるような方法をとっている。

【0015】すなわち、まず図10に示すステップ(211)において、前方に壁があるかどうか判断し、そうでない場合、すなわち室内の凸壁に沿って走行している場合は前方に壁が存在しないため、後述するステップ(221)以下の処理を実行する。ただし、ここでは、図6(A)に示す走行の結果として前方に壁が存在する場合の方向転換であるため、まずモータ13を逆転駆動し、ステップ(212)に示したように、あらかじめ指定された距離だけロボット本体2を後退させる。図6(B)に点線で示す位置までロボット本体2が後退したならば、今度はモータ13を正転駆動に切り替え、ステップ(213)に示したように、前進しながら左側壁から離れる方向、すなわち図6(C)に示したように、ここでは右折方向に方向転換する。そして、ステップ(214)に示したように、指定角度である135度だけ右方向に方向転換した時点で、図6(D)に実線で示した位置で右折前進を停止する。次に、ステップ(215)に示したように、ロボット本体2を後退させながら方向転換させ、図6(E)に示した方向にロボット本体2を移動させる。そして、図6(F)に示したように、ロボット本体2の背面がそれまでの案内壁に対向した時点で、ステップ(216)の判断結果を受け、ステップ(217)においてモータ13の駆動を停止する。さらに、ロボット本体2の左側面が壁面から例えば2cm離

において、モータ13を微妙に正逆転駆動しながら幅寄せの要領で姿勢制御し、判断ステップ(219)における肯定判断を待つ。こうして、ロボット本体2は前面が壁面に対向する状態から、中心は同じ位置で向きだけを直角に変え、背面が壁面に対向する状態に姿勢変更される。従って、掃除残しが生ずることはない。ところで、ここではステップ(218)において幅寄せの要領でロボット本体2を姿勢制御する場合を例に説明したが、超音波センサ19の出力を監視しながらロボット本体2の後退と方向転換を上手に制御することにより、幅寄せによる位置修正の必要のない理想的な移動経路を1回で走行させることもできる。ただし、図6(E)に示す位置から図6(F)に示す位置までの移動を、1回の動作で完了しようと、或は幅寄せを交えて行おうと、どちらの移動法も請求項2に記載した走行方法に含まれることは言うまでもない。

【0016】なお、図4に示した室内の凸壁CDEFを端点Cから端点Dにかけてロボット本体2が走行する場合は、判断ステップ(211)における判断否定結果を受けて、ステップ(221)において周回案内の役目を果たしている壁に向き合う超音波センサ19の出力を取り込む。その結果、端点Dをちょっと過ぎた時点で、それまで周回案内していた壁が切れたことが分かる。このとき、ロボット本体2の本体幅よりも狭い壁のポケットが原因で壁が切れたり、或は壁は切れていても方向転換余地が無いような場合を除き、ステップ(222)、(223)の判断結果を受けて、ステップ(224)において、ロボット本体2を指定距離だけ前進させる。次に、ステップ(225)において、ロボット本体2を壁に沿って方向転換させたのち、前述のステップ(218)に合流する。

【0017】ロボット本体2が部屋壁に沿って一周して起点Aにまで戻ると、図9のステップ(230)において、ロボット本体2の現在位置が起点Aであることが判定され、周回動作を完了する。そして、ロボット本体2の周回中に得られた閉曲面ABCDEFGHの起点A(0, 0)と各方向転換点B(0, Y2)、C(X1, Y2)、D(X1, Y1)、E(X2, Y1)、F(X2, Y2)、G(X3, Y2)、H(X3, 0)の各座標から、CPU16は部屋の大きさと形状を知ることができる。すなわち、周回した部屋は、縦がY2、横がX3の矩形をベースに、縦Y2-Y1、横X2-X1の凸壁をもつ形状であることが判る。一方また、図4に一点鎖線で示したように、部屋の中に障害物が存在した場合には、閉曲線IJKLに囲まれた障害物の各端点I(X4, Y3)、J(X4, Y4)、K(X5, Y4)、L(X5, Y3)の各座標から障害物の位置と形状を知ることができる。

【0018】周回走行により判明した部屋と障害物に関

液晶駆動回路24に供給され、部屋の形状が平面図として液晶表示パネル25に表示される。すなわち、図7

(A)に示したように、清掃済みの領域すなわち、マッピングのために周回走行した領域が液晶表示パネル25に黒色反転表示され、残りの未清掃領域と区別される。なお、マッピング動作が完了すると、ロボット本体2はそれまで走行してきた経路を逆方向に走行し、モータ13を逆転駆動し、電源コード20をコードリール21に巻き戻しながら起点に戻る。これは、ロボット本体2が周回を終えて起点Aに達した時点では、電源コード20がそっくりそのまま周回軌跡に沿って残ることになるため、ロボット本体2を起点Aに止めたまま電源コード20を巻き戻したときに、電源コード20が障害物等に巻き付いて絡んでしまうといった事故を防止するためである。従って、部屋のなかに障害物が存在しないことが判明している場合であれば、ロボット本体2は停止させたまま電源コード20だけを巻き戻してもよい。

【0019】また、電源コード20の巻き戻しを終えると、いよいよクリーニング作業に着手するわけであるが、ここではジグザグ走行による全面走破といった走行様式を実行する上で、回数のより少ない方向転換をもって短時間で清掃作業が完了するよう、ジグザグ走行の走行方向を決定する。この決定は、図11に示すフローチャートに従って行われる。ここでは、まずステップ(301)において部屋の形状を確認し、続くステップ(302)において部屋の長辺の長さが10m以上あるかないかを判断する。なお、ここで扱う「10m」なる値は、使用する超音波センサ19が一定の精度をもって計測できる距離の2倍に相当する値であり、長辺が10mを越える部屋では、ロボット本体2が左右の側壁からできる限り離れずに直進走行する方が信頼度は高く、この点で長辺方向に往復移動しながら掃除させるための判断が必要になる。従って、超音波センサ10として、計測距離が部屋の長辺の長さの1/2を越えるものを使用する場合は、判断ステップ(302)は省略してもよい。部屋の長辺の長さが10m以下の場合は、続くステップ(302)~(306)において、部屋のX辺やY辺に出っ張りや窪みがないことを確認し、かつ長辺がX軸方向でないことをステップ(307)において確認した上で、ステップ(308)において、Y軸方向を掃除方向に決定する。また、X辺に出っ張りや窪みがある場合も、上記と同様、Y軸方向を掃除方向とするが、それ以外の場合は、X軸方向を掃除方向とする。また、部屋の長辺の長さが10m以上の場合は、ステップ(307)における判断結果に従う。

【0020】こうして、掃除方向の決定を経て、実際のクリーニング動作に移る。この場合、図12に示したように、まずステップ(401)において、起点Aに待機するロボット本体2を真向いの壁に向けて前進させる。

示したように、直進走行中も接触センサ18による接触検出と超音波センサ19による距離計測及び積算距離計15による現在位置の確認作業を続ける。そして、ロボット本体2が真向いの壁に到達すると、前方監視用の超音波センサ19の出力から、方向転換点に到達したことが検出される。方向転換点への到達を判断するステップ(405)に続くステップ(406)では、マップ上の距離と実際に走行したさいの距離に誤差があるかどうかチェックされる。そして、誤差がある場合は、その分だけロボット本体2を修正移動させたのち、ステップ(408)においてロボット本体2の走行を停止する。

【0021】また、ロボット本体2が停止するのと同時に、ステップ(409)において、図7(B)に示したように、液晶表示パネル25にここまでの走行経路が黒色反転表示される。また、この時点では、まだ部屋の一部しか走行し終えていないため、ステップ(410)に続くステップ(411)において、ロボット本体2をちょうど逆向きに方向転換し、ステップ(401)に戻る。こうして、図5に示したように、壁から壁へジグザグ走行を繰り返しながら、ロボット本体2による部屋の清掃が行われる。そして、部屋全体の清掃を終えてロボット本体2が端点H(X3, 0)に到達すると、ステップ(412)において、超音波センサ19により壁までの距離を計測する。そして、そのときの計測結果から、マップ上の掃除領域と実際にしたこれまでの掃除領域との間に誤差がないかどうか、ステップ(413)において判定する。領域誤差が生じている場合は、ステップ(414)においてロボット本体2の現在位置の座標を補正し、ステップ(411)を経てステップ(401)に戻る。さらにまた、部屋の中央部に掃除残し部分がある場合は、ステップ(415)の判断を踏まえてステップ(416)に移行し、掃除残し部分の清掃を完了し、最後にステップ(417)においてロボット本体2を起点Aに戻し、クリーニング動作を終える。

【0022】なお、清掃を完了した領域については、図7(C)に示したように、液晶表示パネル25に黒色反転表示されるため、仮に障害物等の存在により掃除残しが生じた場合には、液晶表示パネル25の表示から掃除残し部分を確認し、例えば障害物を移動させるか或は取り除くかしたのち、掃除残し部分だけを清掃させることもできる。

【0023】このように、上記掃除ロボット1によれば、まったく未知な部屋を清掃する場合に、事前の周回走行によって得たマップに従って、部屋の大きさと形状を認識し、もっとも効率良く走行させることで、未清掃部分を残すことなく、確実に清掃することができる。また、ロボット本体2を側壁に沿って正面の壁まで前進案内し、正面の壁に当接するか又はその直前で停止させ、次に方向転換に必要な距離だけ後退させ、次に正面の壁

させ、ロボット本体2の背面が側壁に当接するか又はその直前で停止させるようにしたので、部屋の角を清掃するときに、側壁に沿って進んできたロボット本体2が、部屋の隅を単純に右折又は左折するのではなく、前進、後退、方向転換、後退、方向転換といったステップを踏んで、あたかも中心位置を変えずに向きだけを変えろといった転回運動が可能であり、また転回運動期間中のロボット本体2の走行軌跡と部屋の角の間に隙間が生じないため、部屋の隅を掃除残しを残すことなく、従って無人清掃ながらほぼ完璧に近い部屋の清掃が可能である。さらにまた、ロボット本体2の前輪3と後輪4を走行環境を感知する接触センサ18や超音波センサ19の出力に基づいて制御し、ロボット本体2に部屋の角を埋めるような転回運動を行わせる構成としたから、ロボット本体2は人間の目や手に相当する接触センサ18や超音波センサ19を使って、方向転換すべき壁などの所在を感知し、また人間の足に相当する前輪3や後輪4を使った方向転換や前進或は後退により、正確な転回運動が可能である。また、ロボット本体2に、それぞれの側面の長さと同等ないしそれ以上の長さをもった吸引口6を設け、この吸引口6から集塵しつつ走行面を掃除する吸引式掃除機5を一体化させたことにより、ロボット本体2を部屋の角に沿って方向転換させたときに、ロボット本体2の走行軌跡に近い幅でもって清掃が可能であり、従って方向転換の前後で掃除残しが生ずることとはなく、ロボット本体2の構造面からも掃除残しの解消を徹底させることができる。

【0024】なお、上記実施例において、ロボット本体2の方位は、前輪3の向きから把握するようにしたが、例えばコリオリの力を利用して方位を検出する振動ジャイロ等をロボット本体2に搭載し、ロボット本体2が方向転換するつど、正確な進路が把握できるようにしてもよい。また、探知手段としては、超音波センサ19に限らず、例えば赤外線センサ等の他の非接触センサを用いることもできる。また、マップ表示手段としては、液晶表示パネル25以外に、例えば発光ダイオードを配列した表示パネルや、或はCRTディスプレイやプラズマディスプレイなどの使用が可能である。さらにまた、上記実施例では、電源コード20をコンセントに接続して用いるコード式のロボット本体2を例にとったが、ロボット本体2に充電式のバッテリーを内蔵させ、コードレスで清掃させることもできる。その場合、周回走行が完了し、次のクリーニング動作に着手する前に電源コード等を巻き取る必要がなくなる。従って、マッピング動作が完了したならば、周回走行軌跡を逆行することなく、ただちにクリーニング動作に移行することができる。

【0025】

【発明の効果】以上説明したように、発明の掃除ロボットによれば、ロボット本体に設けた操舵輪と駆動輪を走



ボット本体に部屋の角を埋めるような転回運動を行わせる構成としたから、ロボット本体は人間の目や手に相当する探知手段を使って、方向転換すべき壁などの所在を探知し、また人間の足に相当する操舵輪と駆動輪を使った方向転換や前進或は後退により、正確な転回運動が可能である等の優れた効果を奏する。

【0026】また、この発明の掃除ロボットの走行方法によれば、自律走行する掃除ロボットを側壁に沿って正面の壁まで前進案内し、正面の壁に当接するか又はその直前で停止させ、次に方向転換に必要な距離だけ後退させ、次に正面の壁に沿って方向転換させ、次に正面の壁に沿って適宜後退させ、掃除ロボットの背面が側壁に当接するか又はその直前で停止させることにより、部屋の角を清掃するときに、側壁に沿って進んできた掃除ロボットが、部屋の隅を単純に右折又は左折するのではなく、前進、後退、方向転換、後退といったステップを踏んで、あたかも中心位置を変えずに向きだけを変えろといった転回運動が可能であり、また転回運動期間中の掃除ロボットの走行軌跡と部屋の角の間に隙間が生じないため、部屋の隅を掃除残しを残すことなく、従って無人清掃ながらほぼ完璧に近い部屋の清掃が可能である等の優れた効果を奏する。

【0027】また、この発明の掃除ロボットによれば、ロボット本体に、それぞれの側面の長さと同等ないしそれ以上の長さをもった吸引口を設けたので、ロボット本体を部屋の角に沿って方向転換させたときに、ロボット本体の走行軌跡に近い幅でもって清掃が可能であり、従って方向転換の前後で掃除残しが生ずることではなく、ロボット本体の構造面からも掃除残しの解消を徹底させることができる等の効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の掃除ロボットの一実施例を示す斜視図である。

【図2】図1に示した掃除ロボットの概略構成図である。

【図3】図1に示した掃除ロボットのセンサ配置を示す平面図である。

【図4】図1に示した掃除ロボットの周回走行軌跡を示す図である。

【図5】図1に示した掃除ロボットの掃除経路を示す図である。

【図6】図1に示した掃除ロボットの方向転換動作を説明するための図である。

【図7】図1に示した液晶表示パネルに表示されるマップ例を示す図である。

【図8】図1に示したCPUによる起点探索動作を説明するためのフローチャートである。

【図9】図1に示したCPUによるマッピング動作を説明するためのフローチャートである。

【図10】図9に示した方向転換処理動作を説明するためのフローチャートである。

【図11】図1に示したCPUによる走行様式決定動作を説明するためのフローチャートである。

【図12】図1に示したCPUによる掃除制御動作を説明するためのフローチャートである。

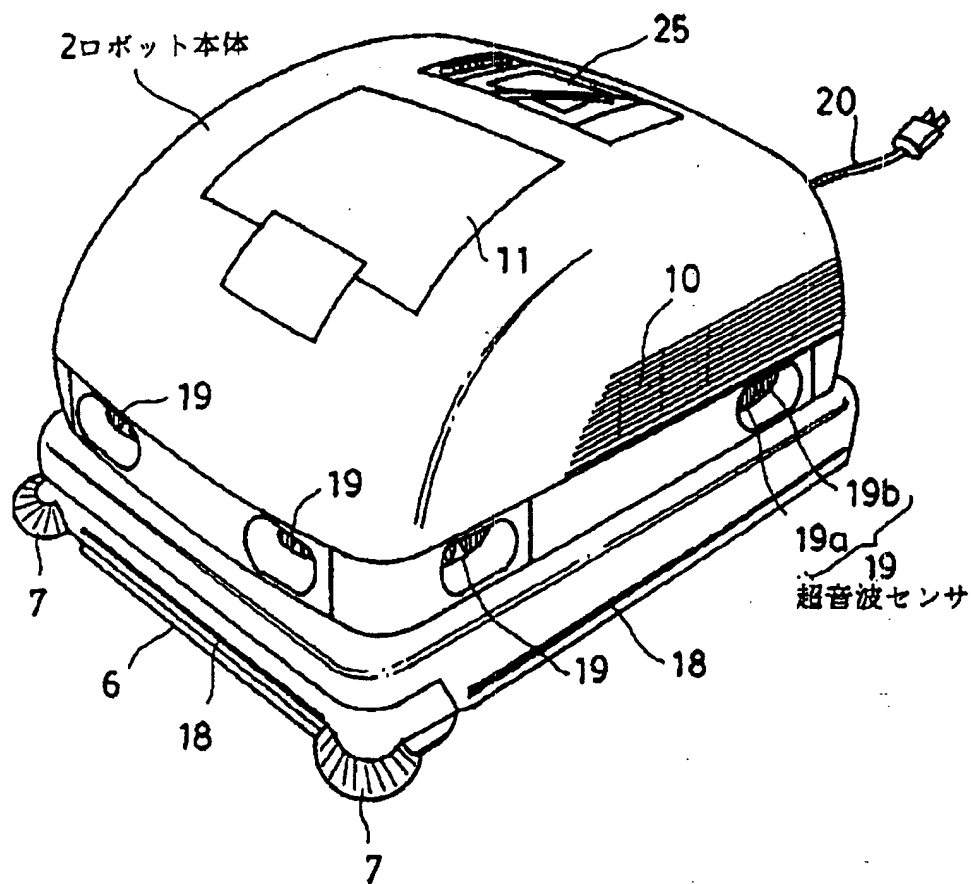
【符号の説明】

- 1 掃除ロボット
- 2 ロボット本体
- 3 操舵輪（前輪）
- 4 駆動輪（後輪）
- 5 吸引式掃除機
- 6 吸引口
- 16 方向転換制御手段（CPU）
- 18 探知手段（接触センサ）
- 19 探知手段（超音波センサ）

【図1】

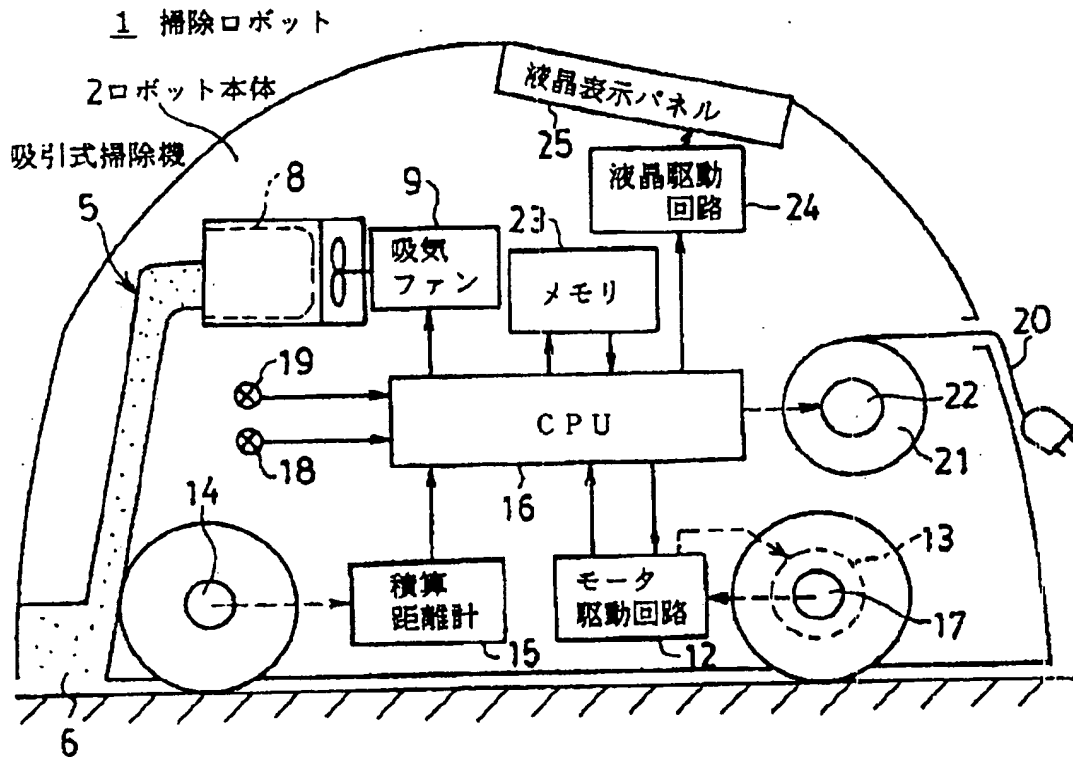
この発明の掃除ロボットの一実施例を示す斜視図

1 掃除ロボット



【図2】

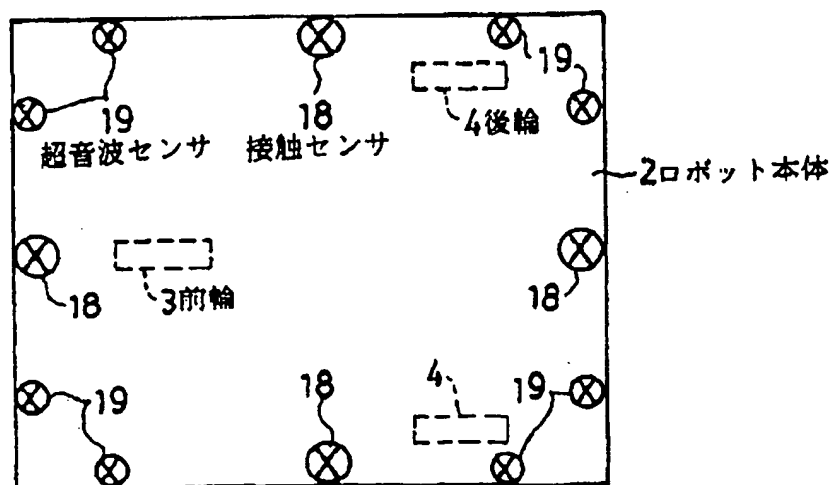
図1に示した掃除ロボットの概略構成図



【図3】

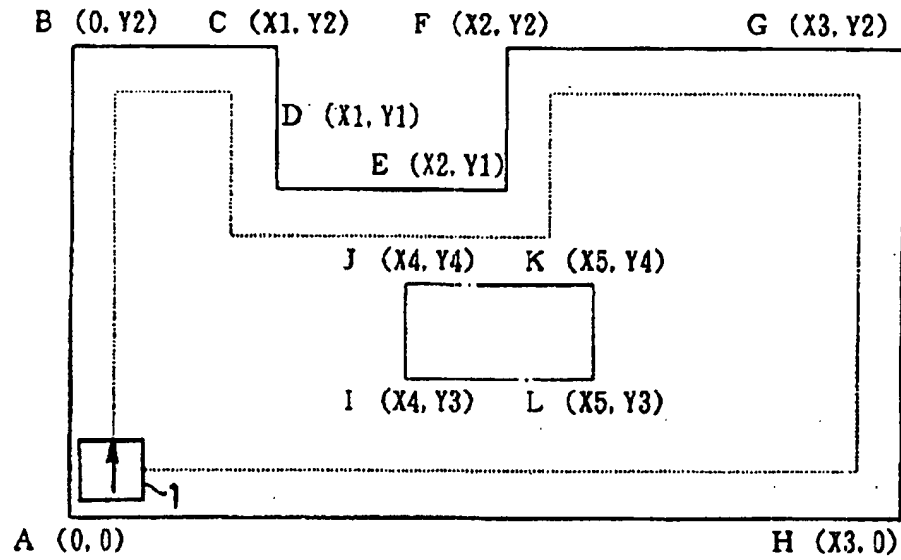
図1に示した掃除ロボットのセンサ配置を示す平面図

1 掃除ロボット



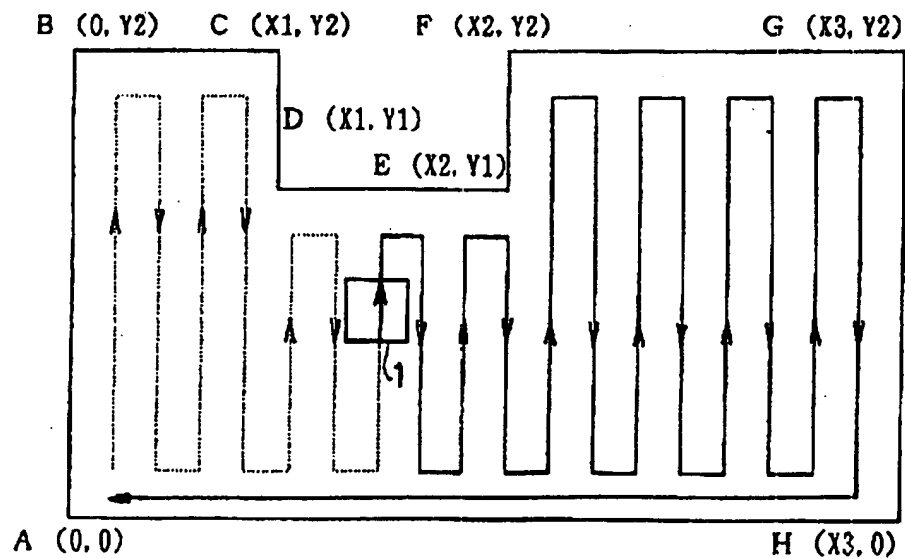
【図4】

図1に示した掃除ロボットの周回走行軌跡を示す図



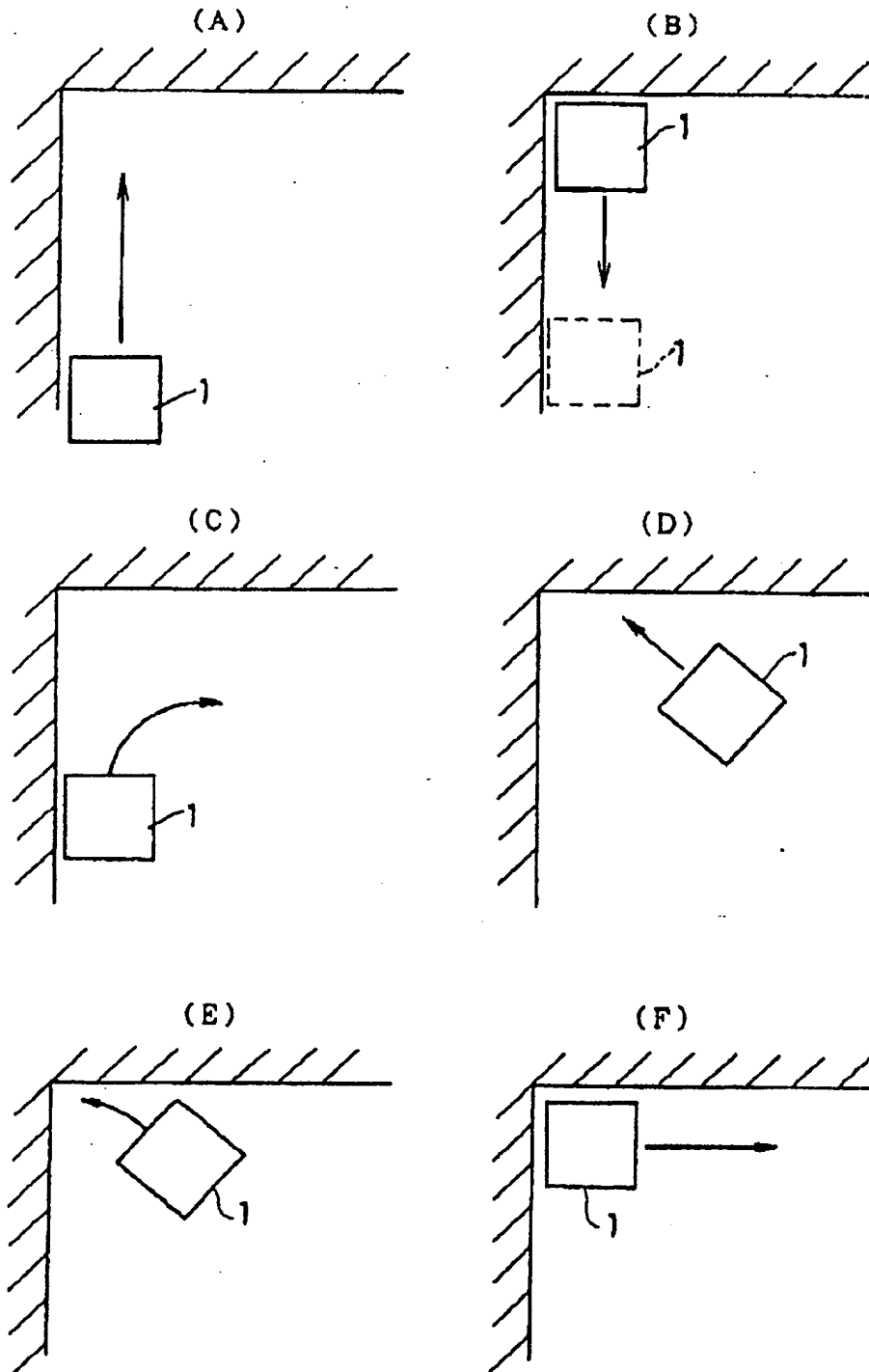
【図5】

図1に示した掃除ロボットの掃除経路を示す図



【図6】

図1に示した 掃除ロボットの方向転換動作を説明するための図

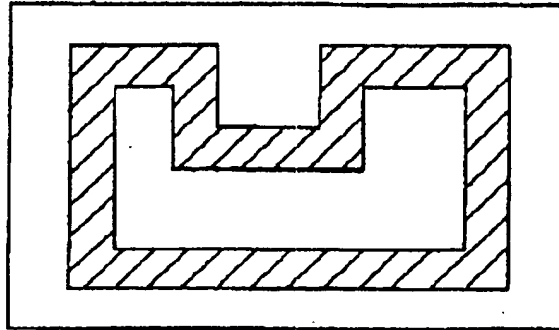


【図7】

図1に示した液晶表示パネルに表示されるマップ例を示す図

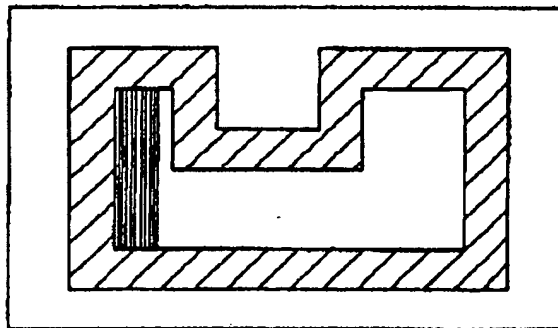
(A)

2.5 液晶表示パネル



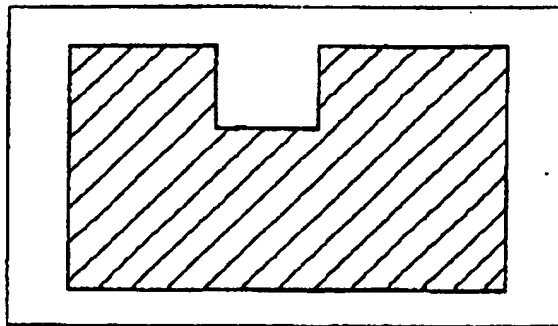
(B)

2.5 液晶表示パネル



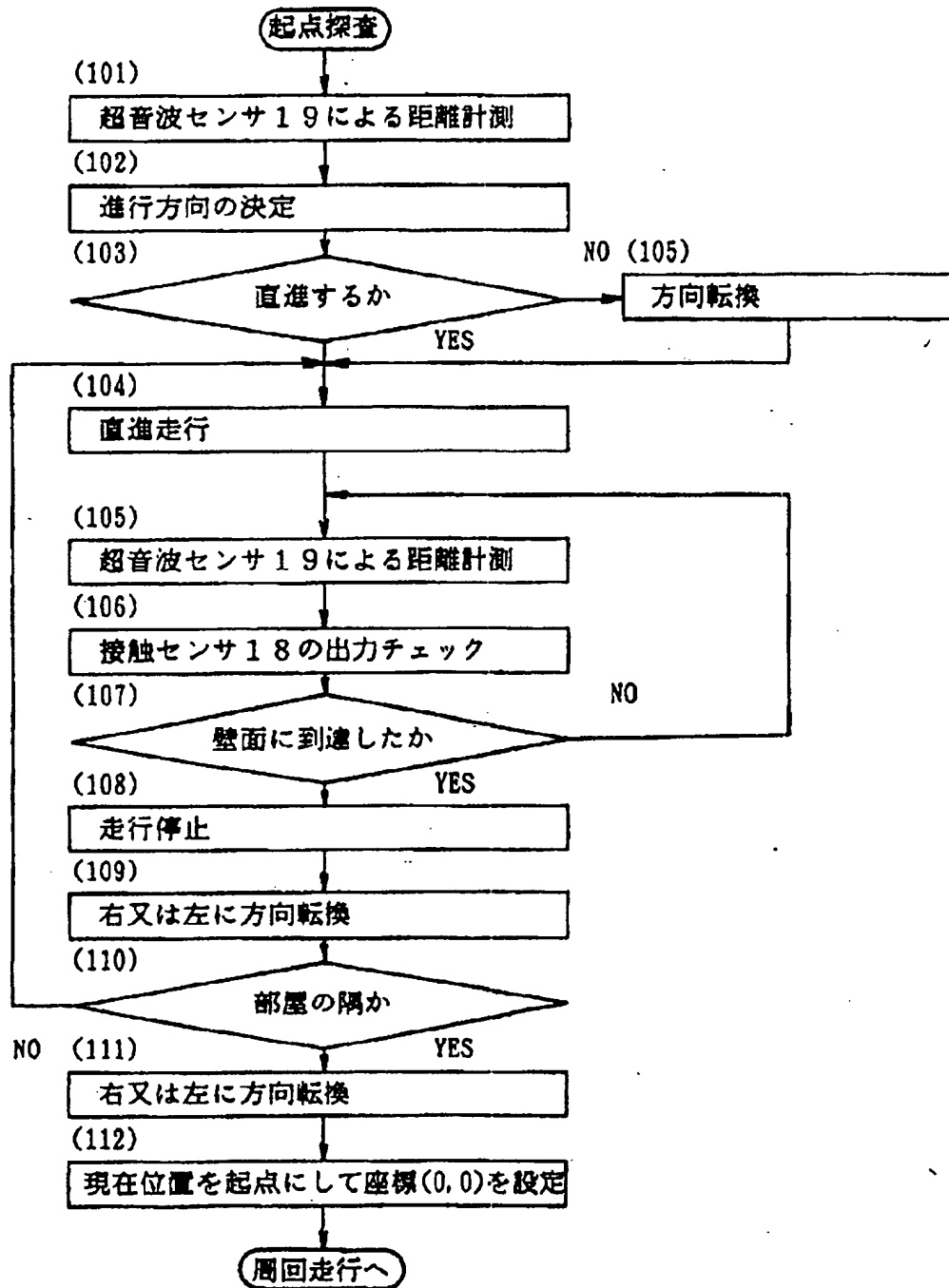
(C)

2.5 液晶表示パネル



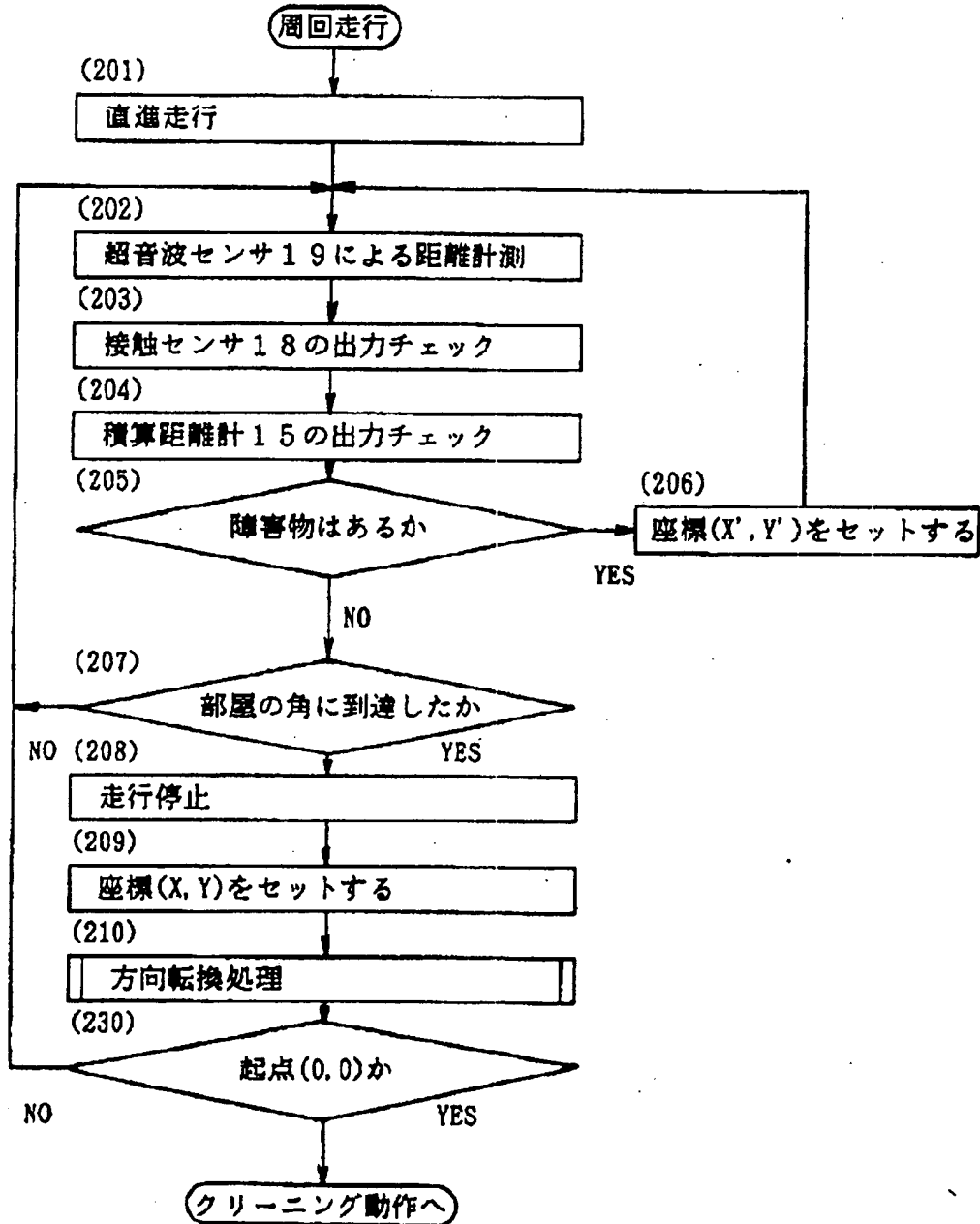
【図8】

図1に示したCPUによる起点探索動作  
を説明するためのフローチャート



【図9】

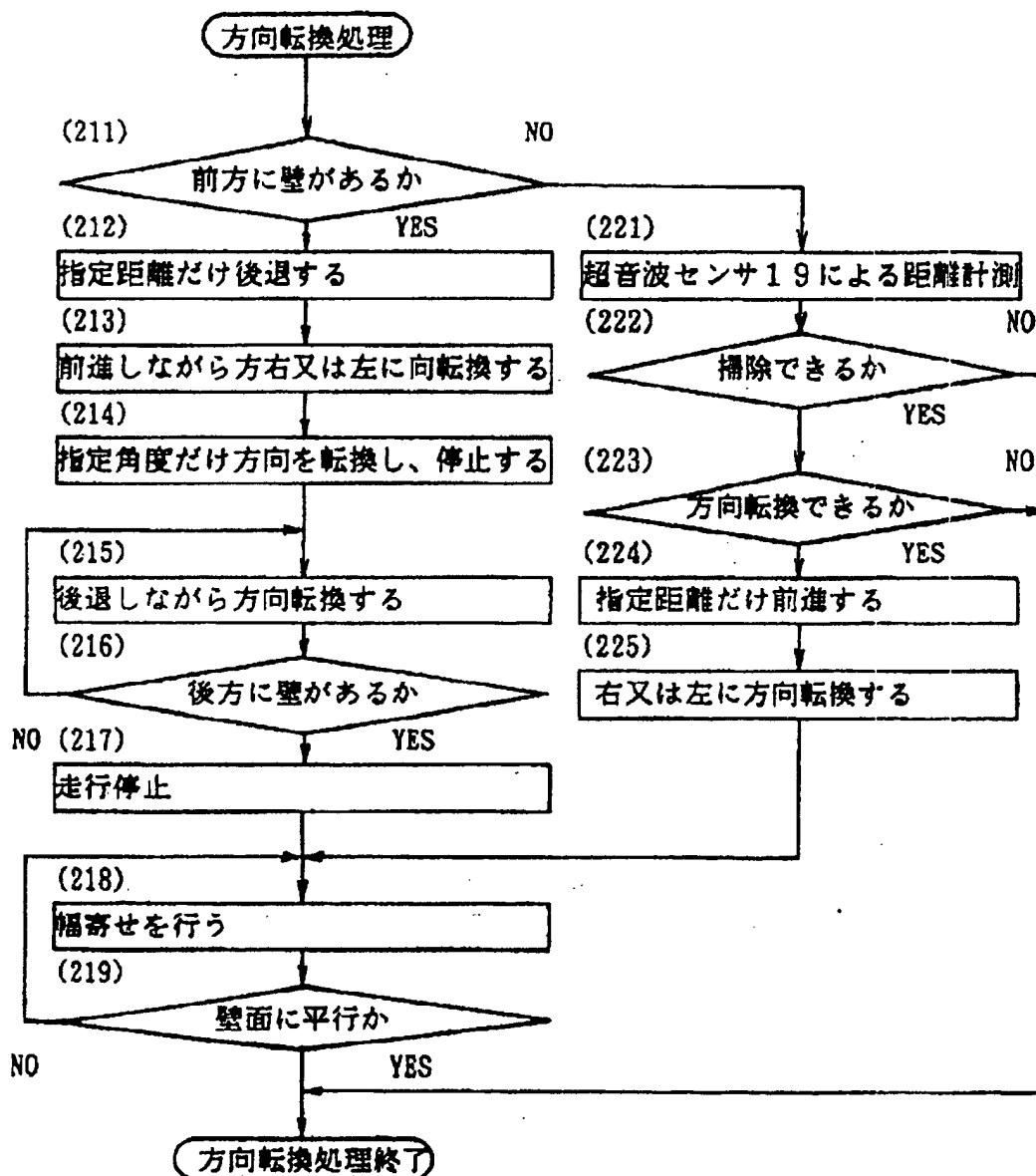
図1に示したCPUによるマッピング動作  
を説明するためのフローチャート





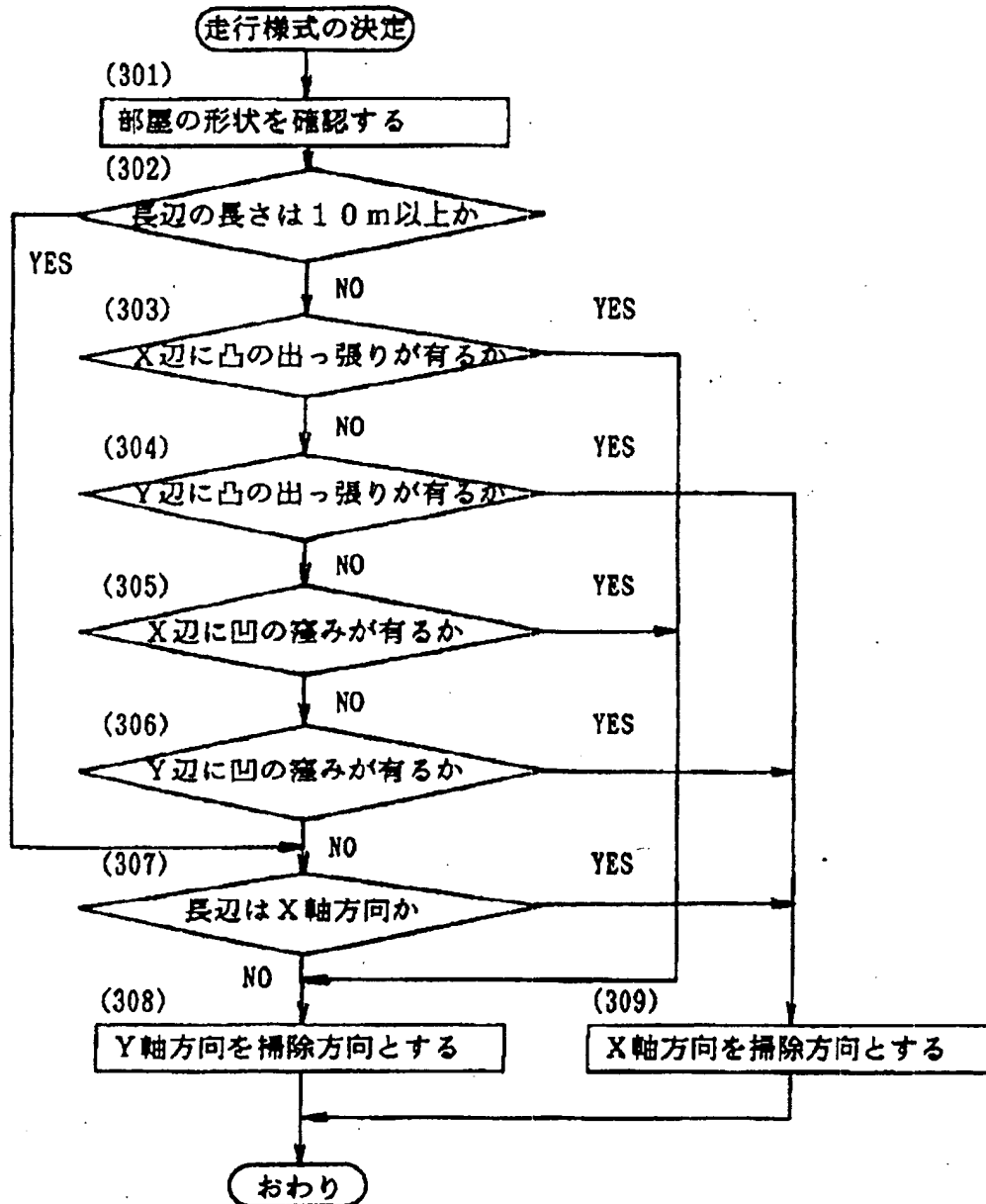
【図10】

図9に示した方向転換処理動作  
を説明するためのフローチャート



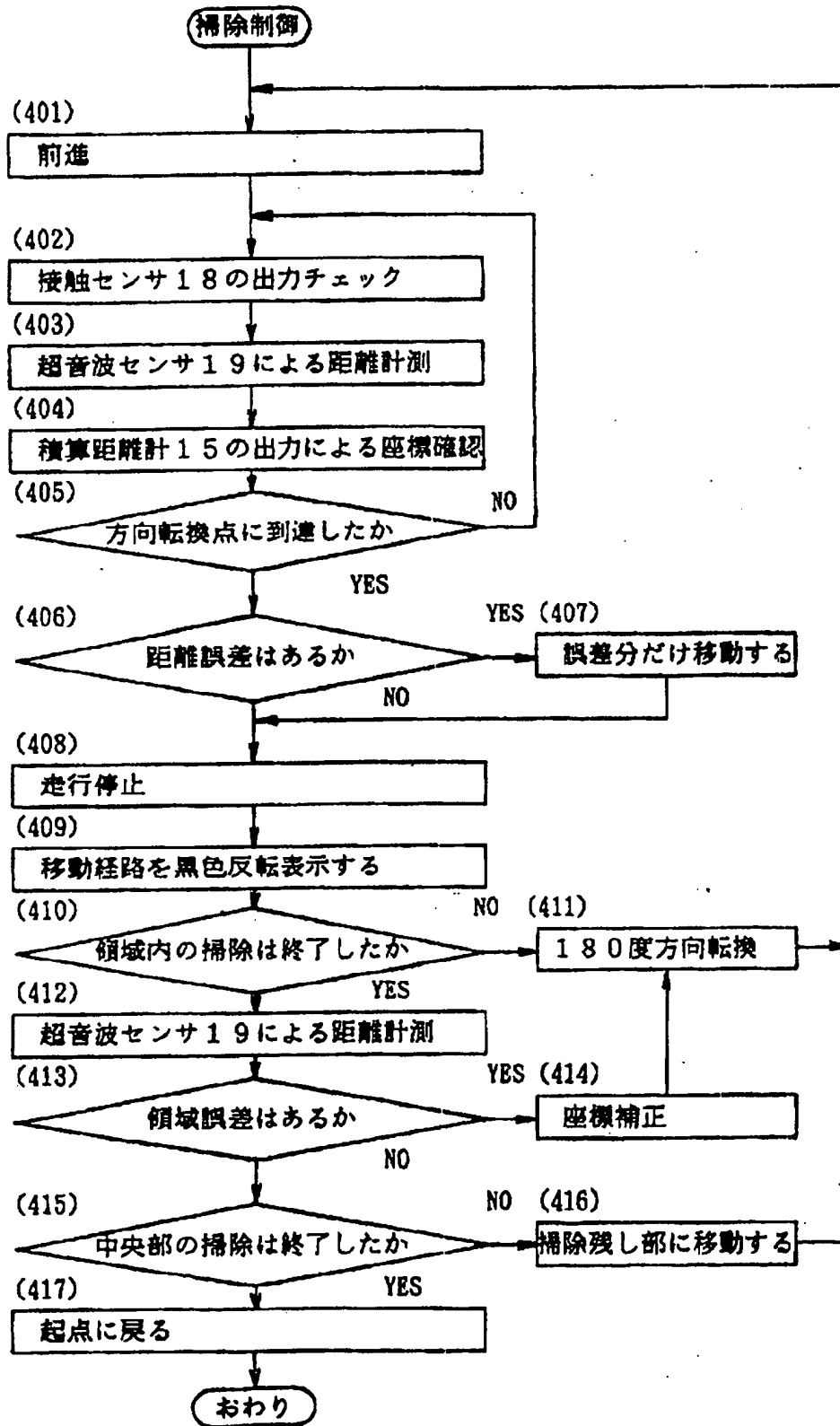
【図11】

図1に示したCPUによる走行様式決定動作  
を説明するためのフローチャート



【図12】

図1に示したCPUによる掃除制御動作を説明するためのフローチャート



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>3</sup>

// B25J 5/00

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

E 9147-3F